ระบบวิดีโอของ IBM จาก PC ถึง PS/2

ชัยยงค์ วงศ์ชัยสุวัฒน์

การก้าวเดินทางเทคโนโลยีของยักษ์ใหญ่อย่างบริษัท ไอบีเอ็ม จำกัด แต่ละครั้งจัดเป็นการปฏิวัติของวงการคอมพิวเตอร์ทีเดียว ดังจะเห็นได้จากการนำเครื่องไอบีเอ็มพีซีเข้าสู่ตลาดเมื่อ 7 ปีก่อน ก็ทำให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ระดับ 16 บิต กลายเป็นมาตรฐานของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในเวลาอันรวดเร็ว การประกาศเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ คือตระกูล PS/2 ของบริษัท ไอบีเอ็ม จำกัด เมื่อเมษายนปีที่แล้วจึงเป็นเป้าความสนใจของบรรดาผู้ใช้งานและผู้เกี่ยวข้องกับวงการคอมพิวเตอร์มากมาย นับแต่ว่าเครื่องรุ่นใหม่นี้มีเทคโนโลยีใหม่อะไรบ้าง มีข้อดีและแตกต่างจากเครื่องรุ่นเดิมพีซีอย่างไร จนถึงว่าเครื่องรุ่นใหม่ของไอบีเอ็มนี้ ยังจะคงเป็นแกนนำทางเทคโนโลยีหรือเป็นมาตรฐานของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ต่อไปอีกได้หรือไม่

นับจากวันที่บริษัท ไอบีเอ็ม จำกัด ประกาศตัวเครื่องรุ่นใหม่ออกมา ก็ได้มีผู้ทำการวิเคราะห์วิพากษ์วิจารณ์เครื่องรุ่นใหม่นี้ตีพิมพ์ในนิตยสารและวารสารต่าง ๆ ตลอดมาทั้งในแง่ดีและไม่ดีปะปนกัน ซึ่งส่วนใหญ่ก็ยังเชื่อว่าเครื่องรุ่นใหม่นี้จะเป็นแกนนำทางเทคโนโลยีของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ต่อไป ทั้งนี้เพราะเครื่อง PS/2 ใหม่นี้มีเทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพดีขึ้นหลายอย่างคือ (1) มีระบบบัสแบบ Micro channel ที่ดีกว่าระบบบัสที่ใช้บนเครื่องรุ่น XT และ AT (2) มีการใช้ระบบวิดีโอใหม่เรียกว่า VGA ที่จะแสดงตัวอักษรและกราฟิกได้คมชัดดีกว่าของเดิม (3) ใช้ฟลอบปี้ดิสก์ขนาดเล็กลง ขนาด $3\frac{1}{2}$ นิ้ว

ที่พกได้สะดวก และมีปริมาณความจุข้อมูลและความเชื่อมั่นในการเก็บข้อมูลสูงขึ้น และประการสุดท้าย (4) ได้มีการพัฒนาโปรแกรมจัดระบบงานขึ้นใหม่เรียกว่า OS/2 เพื่อนำมาใช้งานในเครื่อง PS/2 ใหม่นี้ ให้สามารถจัดการระบบแบบทำงานหลายอย่างพร้อม ๆ กันได้ (multitasking) และให้ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ทำงานสะดวกขึ้นด้วยระบบ graphic user interface

ในบทความนี้จะเป็นการแนะนำระบบวิดีโอของเครื่องรุ่นใหม่ IBM PS/2 นี้ โดยจะมีการกล่าวถึงเทคโนโลยีเก่าที่ใช้ในเครื่องพีซีเดิม แล้วมาพิจารณาระบบวิดีโอใหม่นี้ เพื่อเปรียบเทียบส่วนคล้ายคลึงที่ยังจะต้องคงไว้ให้เกิดการคอมแพตทิเบิ้ล คือโปรแกรมที่ใช้งานกับระบบวิดีโอเดิมก็ยังสามารถนำมาใช้กับระบบใหม่ได้ และจะพิจารณาข้อแตกต่างที่ได้รับการพัฒนาให้สามารถแสดงผลบนจอได้ดีขึ้นกว่าเดิม

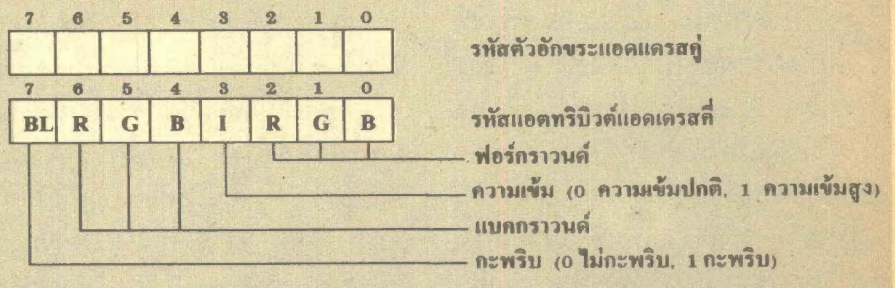
การ์ด MDA และ CGA

การแสดงผลบนจอภาพของเครื่องไอบีเอ็มพีซีจะต้องอาศัยอะแดปเตอร์แสดงผล ซึ่งเป็นการ์ดของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เสียบเข้าในสล้อตเพื่อการขยายของเครื่อง การ์ดนี้จะเป็นตัวเชื่อมระหว่างคอมพิวเตอร์กับจอภาพผ่านทางชิพไอซีควบคุมจอภาพ CRT Controller เบอร์ 6845 ของโมโตโรลา นอกจากนี้การ์ดยังจะประกอบด้วยชุดของพอร์ตที่โปรแกรมได้ คาแรกเตอร์เยนฯ และหน่วยความจำจอภาพ (Video RAM) การ์ดของไอบีเอ็มที่ออกมารุ่นแรกมี 2 แบบคือ Monochrome Display Adapter เรียกสั้น ๆ ว่า MDA และ Color Graphic Adapter เรียกสั้น ๆ ว่า CGA

การ์ด MDA เป็นการ์ดที่ใช้เพื่อแสดงผลในโหมดข้อความบนจอโมโนโครมเท่านั้น (โหมด 7 ของวิดีโอไบออส) โดยมีรูปแบบเป็นข้อความ 80 ตัวอักขระต่อบรรทัดเป็นจำนวน 25 บรรทัด มีความละเอียด 720 × 350 จุด ทำให้ตัวอักขระแต่ละตัวมีขนาดเต็มเป็น 9 × 14 จุด แต่ตัวอักษรที่สร้างจากคาแรกเตอร์เยนบนบอร์ด จำนวน 256 ตัว (ตามรหัสตัวอักขระภาษาอังกฤษ และรหัสกราฟิกของไอบีเอ็ม) มีขนาด 7 × 9 จุด บนการ์ดจะมีหน่วยความจำจอภาพชนิดสแตติกขนาด 4K ไบต์ เริ่มจากตำแหน่ง B0000H ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์แสดงผลเก็บรหัสตัวอักขระที่ให้ไปปรากฏที่จอ โดยในไบต์แอดเดรสเลขคู่จะเก็บรหัสแอสกี้ของอักขระที่ต้องการแสดงผล และในไบต์แอดเดรสเลขคี่จะเก็บรหัสแอตทริบิวต์เพื่อควบคุมลักษณะการแสดงผลของตัวอักขระนั้นให้เป็นรีเวิร์สวิดีโอ ตัวเข้ม ขีดเส้นใต้ ไม่แสดง และกะพริบ (ดูรูปที่ 1)

รูปที่ 1 แสดงการใช้ 2 ไบต์มาแทนตัวอักขระในหน่วยความจำวิดีโอของหมวดข้อความของจอโมโนโครม

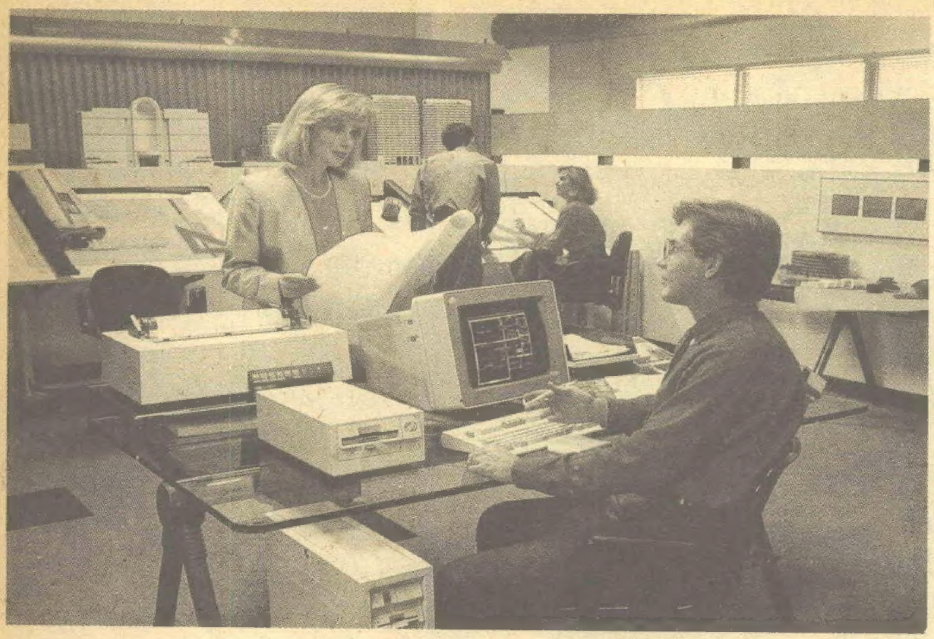
(ก) ไบต์แรกแอดเดรสคู่ เป็นรหัสตัวอักขระ
ไบต์สองแอดเดรสคี่เป็นรหัสแอตทริบิวต์
(ข) ตารางอธิบายรหัสแอตทริบิวต์



(ก) ▲

(ข) ▶

แบคกราวนด์ R	G	B	ฟอร์กราวนด์ R	G	B	คำอธิบายแอตทริบิวต์
0	0	0	0	0	0	ไม่แสดงผล
1	1	1	1	1	1	ไม่แสดงผลเป็นบล็อกสีขาว
0	0	0	1	1	1	ปกติ
0	0	0	0	0	1	ขีดเส้นใต้
1	1	1	0	0	0	รีเวิร์สวิดีโอ



การ์ด MDA นี้จะให้ตัวอักขระในหมวดข้อความบนจอคมชัดมีรายละเอียดสูง ซึ่งเหมาะกับงานในสำนักงานมาก แต่การ์ดนี้ก็มีข้อเสียที่ให้ภาพขาวดำและไม่สามารถใช้งานกราฟิกได้

การ์ด CGA เป็นอะแดปเตอร์กราฟิกสีของไอบีเอ็มที่ใช้เพื่อแสดงผลในลักษณะกราฟิกและแสดงสีได้ สัญญาณเอาต์พุตที่ส่งออกไปยังจอจะเป็นสัญญาณ RGB หรือสัญญาณสี และสัญญาณวิดีโอคอมโพสิต โดยใช้งานได้ทั้งหมวดข้อความและหมวดกราฟิก ในหมวดข้อความการ์ด CGA นี้จะให้รูปแบบของข้อความเป็น 40 ตัวอักขระต่อบรรทัดจำนวน 25 บรรทัด (โหมด 0, 1 ของวิดีโอไบออส) มีความละเอียด 320 × 200 จุด ขนาดตัวอักขระเต็มเป็น 8 × 8 จุด สำหรับจอที่มีความละเอียดต่ำ ส่วนจอที่มีความละเอียดสูงแล้วรูปแบบของข้อความจะเพิ่มเป็น 80 ตัวอักขระต่อบรรทัดจำนวน 25 บรรทัด (โหมด 2, 3 ของวิดีโอไบออส) ความละเอียด 640 × 200 จุด ขนาดตัวอักขระเต็มเป็น 8 × 8 จุด ทั้ง 2 รูปแบบนี้มีตัวอักขระแสดงบนจอขนาด 5 × 7 จุด ในบล็อกขนาด 8 × 8 จุด จึงทำให้ตัวอักขระในหมวดข้อความของการ์ด CGA นี้หยาบและไม่สวยงาม

บนการ์ด CGA มีหน่วยความจำวิดีโอ 16K ไบต์ เริ่มที่ตำแหน่งแอดเดรส B8000H การเก็บข้อความตัวอักขระมีลักษณะเช่นเดียวกับที่ใช้ในการ์ด MDA ที่กล่าวมาแล้ว คือจะใช้ 2 ไบต์มาแทนตัวอักขระ 1 ตัว ไบต์คู่จะเป็นไบต์รหัสตัวอักขระ ไบต์คี่เป็นแอตทริบิวต์ สีที่แสดงบนจอก็มาจากรหัสของแอตทริบิวต์นี้โดยถ้าใช้จอโมโนโครมแสดงผลสีดำและขาว ก็จะแสดงลักษณะของรีเวิร์สวิดีโอ กะพริบ ตัวเข้ม และไม่แสดงผล (ดูรูปที่ 1) แต่ถ้าใช้จอสีจะแสดงได้ถึง 16 สี ด้วยลักษณะของการเก็บ 2 ไบต์ต่อตัวอักขระนี้ การแสดงผลบนจอสำหรับโหมด 40 ตัวอักขระ-25 บรรทัด และโหมด 80 ตัวอักขระ-25 บรรทัด จึงใช้เนื้อที่หน่วยความจำวิดีโอเป็น 2 × 40 × 25 = 2000 ไบต์ และ 2 × 80 × 25 = 4000 ไบต์ตามลำดับ แต่เนื่องจากเนื้อที่หน่วยความจำวิดีโอบนการ์ดมีถึง 16K ไบต์ เราจึงสามารถเก็บข้อมูลบนจอได้มากกว่า 1 จอภาพ โดยโหมด 40 ตัวอักขระ-25 บรรทัด เก็บได้สูงสุด 8 หน้า และโหมด 80 ตัวอักขระ-25 บรรทัดเก็บได้สูงสุด 4 หน้า

ในโหมดกราฟิกของการ์ด CGA จะแสดงกราฟให้ความละเอียดของภาพได้ 3 โหมด โดยสองโหมดแรกจะเป็นโหมดที่กำหนดไว้ในวิดีโอไบออสแล้ว คือ โหมดความละเอียดสูง (โหมด 6) ที่มีจุดภาพเรียกพิกเซลในแนวราบ 640 จุด และแนวดิ่ง 200 จุด (เขียนย่อ ๆ ว่า 640 × 200) และโหมดความละเอียดกลาง (โหมด 4, 5) ขนาด 320 × 200 จุด ส่วนโหมดที่สามจะเป็นโหมดความละเอียดต่ำ 160 × 100 จุด

โหมดกราฟิกความละเอียดสูง 640 × 200 จะแสดงสีได้เพียงขาวกับดำเท่านั้น เพราะเนื้อที่หน่วยความจำวิดีโอมีเพียง 16K ไบต์ การแทนจุดบนจอทั้งหมดรวม 128,000 จุด อย่างน้อยที่สุดต้องใช้เนื้อที่หน่วยความจำถึง 16,000 ไบต์ เมื่อใช้ 1 ไบต์มาแทนจุดภาพ 8 จุด ส่วนโหมดกราฟิกความละเอียดปานกลาง 320 × 200 จะใช้ 2 บิตมาแทนจุดภาพได้ 1 จุด (ดังรูปที่ 2) จึงสามารถที่จะเลือกสีได้จากจำนวน 4 สี สีทั้ง 4 จะถูกกำหนดไว้ในรีจิสเตอร์การเลือกสีผ่าน I/O พอร์ต 3D9H และรหัส 2 บิตที่แทนจุดภาพ ซึ่งสีที่กำหนดอาจมาจากกลุ่มสีของเขียว แดง น้ำตาล หรือกลุ่มสีของน้ำทะเล บานเย็น ขาว หรือสีพื้นแบคกราวนด์ 16 สี

โหมดกราฟิกความละเอียดต่ำ 160 × 100 สามารถเลือกสีของจุดได้จากจำนวนสี 16 สี โดยจุดจะมีขนาดใหญ่กว่าสองโหมดที่ผ่านมาเท่าหนึ่ง ดังนั้นเราจะได้ภาพที่หยาบมากในโหมดความละเอียดต่ำนี้

หน่วยความจำวิดีโอของโหมดกราฟิกของการ์ด CGA จะเริ่มที่ตำแหน่งแอดเดรส B8000H โดยจะมีหลักการแยกหน่วยความจำเป็นสองส่วนใหญ่ ส่วนแรกเริ่มที่ตำแหน่งแอดเดรส B8000H เก็บจุดภาพของแถวคู่ของ 0, 2, 4,...,

รูปที่ 2 แสดงการเลือกสีและการแทนจุดภาพของโหมดความละเอียดกลางของ CGA

(ก) การเลือกสีผ่านรีจิสเตอร์เลือกสีทางพอร์ตอินพุต เอาต์พุต 3D9H
(ข) การแทนจุดภาพ 4 จุด ในหน่วยความจำวิดีโอ 1 ไบต์
(ค) ตารางการเลือกสีตามกลุ่มสีผ่านบิต CS
(ง) ตารางการเลือกสี 16 สี ของแบคกราวนด์

X = ไม่ใช้
CS = การเลือกกลุ่มสี 0 เลือกกลุ่มสีที่ 0 1 เลือกลุ่มสีที่ 1

(ก) ▶

7	6	5	4	3	2	1	0
X	X	CS	X	I	R	G	B

(ข) ▶

7	6	5	4	3	2	1	0
C1	C0	C1	C0	C1	C0	C1	C0
จุดที่ 0		จุดที่ 1		จุดที่ 2		จุดที่ 3	

(ค) ▶

C1	C0	กลุ่มสีที่ 0	กลุ่มสีที่ 1
0	0	1 ใน 16 สีของแบคกราวนด์	
0	1	เขียว	น้ำทะเล
1	0	แดง	บานเย็น
1	1	น้ำตาล	ขาว

(ง) ▼

I	R	G	B	สี
0	0	0	0	ดำ
0	0	0	1	น้ำเงิน
0	0	1	0	เขียว
0	0	1	1	น้ำทะเล
0	1	0	0	แดง
0	1	0	1	บานเย็น
0	1	1	0	น้ำตาล
0	1	1	1	ขาว
1	0	0	0	เทา
1	0	0	1	ฟ้า
1	0	1	0	เขียวอ่อน
1	0	1	1	น้ำทะเลสด
1	1	0	0	แดงสด
1	1	0	1	ม่วง
1	1	1	0	เหลือง
1	1	1	1	ขาวเข้ม

198 และส่วนที่สองจะเริ่มที่ตำแหน่งแอดเดรส BA000H เก็บจุดภาพของแถวคี่ของ 1, 3, 5..., 199 ซึ่งในแต่ละแถวของจุดภาพจะใช้เนื้อที่ 80 ไบต์ การวาดจุดภาพบนจอก็ต้องมีการสวิตช์อ่านค่าจากหน่วยความจำสองส่วนนี้

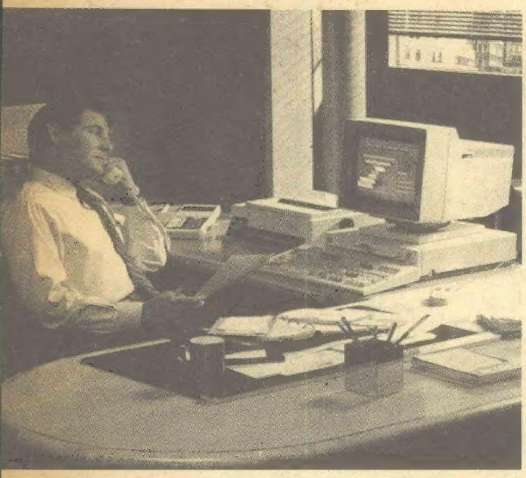
การ์ดเฮอร์คิวลิส

เนื่องจากการ์ด MDA เหมาะสำหรับงานในสำนักงานที่ให้ตัวอักขระของข้อความที่คมชัดดีบนจอโมโนโครม แต่ให้ภาพสีกราฟิกไม่ได้ และการ์ด CGA จะให้ภาพสีกราฟิกบนจอสี แต่ในโหมดข้อความกลับให้ตัวอักขระบนจอค่อนข้างหยาบอ่านลำบาก จึงมีบริษัทต่าง ๆ นำจุดอ่อนของการ์ดไอบีเอ็มมาปรับปรุงแก้ไขเป็นการ์ดใหม่ ให้สามารถแสดงผลเป็นกราฟิก และให้โหมดข้อความมีตัวอักขระที่สวยงามคมชัดเจนบนจอเดียวกัน ในจำนวนนี้การ์ดของบริษัทเฮอร์คิวลิส สหรัฐอเมริกา ประสบความสำเร็จเป็นอย่างมาก จนกลายเป็นมาตรฐานที่บริษัทต่าง ๆ เมื่อผลิตซอฟต์แวร์ออกมาแล้ว จะต้องสนับสนุนการ์ดของเฮอร์คิวลิสด้วย ในประเทศไทยนั้นก็นำการ์ดเฮอร์คิวลิสมาดัดแปลงให้เป็นการ์ดภาษาไทยแสดงผลตัวอักขระและกราฟิกได้

การ์ดเฮอร์คิวลิสเป็นการ์ดที่แสดงภาพได้ทั้งโหมดข้อความตัวอักขระและโหมดกราฟิกที่มีสีขาวดำ โดยมีเนื้อที่หน่วยความจำวิดีโอ 64K ไบต์ ตั้งแต่ตำแหน่งแอดเดรส B0000H ถึง BFFFFH ในโหมดตัวอักขระ การ์ดเฮอร์คิวลิสได้ยึดลักษณะเดิมของการ์ด MDA ทุกประการ ส่วนโหมดกราฟิก การ์ดเฮอร์คิวลิสมีความละเอียดของจุดภาพเป็น 720 × 348 ซึ่งละเอียดกว่าโหมดความละเอียดสูงของการ์ด CGA เสียอีก หน่วยความจำวิดีโอในโหมดกราฟิก 64K ไบต์ แบ่งเป็น 2 ส่วน แต่ละส่วนจะแทนภาพบนจอได้ 1 จอ โดยจะใช้ 1 ไบต์แทนจุดภาพ 8 จุดเหมือนการ์ด CGA แต่ละจอภาพจะใช้เนื้อที่หน่วยความจำวิดีโอ 32K ไบต์ เราสามารถสวิตช์จอภาพทั้งสองสลับกันมาแสดงบนจอได้

การ์ด EGA

เพราะการ์ดรุ่นแรก MDA และ CGA ยังมีสิ่งที่ต้องปรับปรุงอีกมาก



บริษัทไอบีเอ็มเองจึงต้องออกการ์ดใหม่มาเพื่อสนองความต้องการของผู้ใช้ ในส่วนที่ให้การ์ดสามารถแสดงสีกราฟิกได้มากสีขึ้น มีความละเอียดสูงพอที่จะแสดงตัวอักขระได้คมชัดไม่ปวดตา สามารถปรับแก้ไขชุดตัวอักขระต่าง ๆ สามารถใช้การ์ดนี้กับจอได้หลายชนิด และสุดท้ายสามารถเลียนการทำงานของการ์ด CGA ได้ดี ไอบีเอ็มได้ออกการ์ด Enhanced Graphics Adapter (EGA) เพื่อใช้งานกับจอโมโนโครม จอสี และจอ Enhanced Color Display (ECD) กับได้ออกการ์ด Personal Graphics Adapter (PGA) เพื่อใช้งานกับจอ Professional Graphics Display (PGD) ซึ่งไอบีเอ็มต้องการให้มาใช้งานด้าน Computer Aided Design แต่เนื่องจากทั้ง PGA และ PGD มีราคาค่อนข้างสูง จึงไม่นิยมกัน ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะการ์ด EGA เท่านั้น

การ์ด EGA เป็นการ์ดมาตรฐานที่จะใช้แสดงผลได้ทั้งหมวดข้อความและสีกราฟิก โครงสร้างภายในจะเปลี่ยนจากชิพไอซีควบคุมจอ เบอร์ 6845 ไปเป็น customized chip ขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส ถึงแม้ว่าชิพใหม่นี้จะเลียนแบบการทำงานของโมโตโรลา 6845 บนการ์ด CGA ไว้ แต่ค่าที่กำหนดให้กับ I/O พอร์ตและรีจิสเตอร์บน EGA ต่างกับค่าที่กำหนดบนชิพควบคุม 6845 บน CGA ไปบ้างเล็กน้อย ซึ่งจะมีผลทำให้โปรแกรมที่เขียนสั่งงานผ่านไปที่ชิพ 6845 ของ CGA โดยตรง ทำงานไม่ถูกต้องเมื่อรันด้วยการ์ด EGA ข้อแตกต่างอีกจุดหนึ่งก็คือ ไบออส โดยการ์ด EGA จะมีไบออสที่แตกต่างออกไปที่จะมีฟังก์ชันคอลล์ใหม่ ๆ เพิ่มเข้ามา ไบออสใหม่จะสนับสนุนการโหลดชุดตัวอักขระจากหน่วยความจำ คือผู้ใช้สามารถสร้างตัวอักขระใช้เองได้

เพื่อให้เกิดการคอมแพตทิเบิ้ลกับการ์ด MDA และการ์ด CGA เดิม การ์ด EGA จะสนับสนุนโหมด 0 ถึง 7 ของวิดีโอไบออส ด้วยการเลียนแบบเป็นการ์ด MDA หรือการ์ด CGA เมื่อการ์ด EGA ใช้งานกับจอสีจะให้ความละเอียดของภาพเหมือนการ์ด CGA แต่ถ้าใช้กับจอใหม่แบบ Enhanced จะให้ความละเอียดของการแสดงจุดในแนวดิ่งสูงขึ้น (ดูรายละเอียดตารางที่ 6 เกี่ยวกับโหมดของวิดีโอไบออส) และเนื่องจากหน่วยความจำวิดีโอบนการ์ด EGA สูงขึ้นเป็น 64K ไบต์เป็นอย่างน้อย จำนวนหน้าจอภาพที่เก็บไว้ในหน่วยความจำจะสูงขึ้นกว่าของการ์ด MDA และการ์ด CGA

การ์ด EGA ได้ขยายโหมดวิดีโอไบออสไปอีก 4 โหมดคือ หมวดกราฟิกของโหมด 0DH, 0EH, 0FH และ 10H ดังตารางที่ 1 หมวดกราฟิกนี้จะให้ความละเอียดของภาพดีขึ้น จำนวนสีให้เลือกมากขึ้น และจำนวนหน้าของจอภาพก็จะสูงขึ้นด้วย ในโหมด 0FH จะทำให้จอโมโนโครมสามารถออกภาพกราฟิกได้เช่นเดียวกับการ์ดเฮอร์คิวลิส เพียงแต่ความละเอียดจะต่ำกว่าเล็กน้อย

หน่วยความจำวิดีโอบนการ์ด EGA จะเริ่มต้นด้วย 64K ไบต์ ซึ่งสามารถจะเพิ่มขยายอีกด้วยการนำการ์ดมาเสียบเพิ่ม ขยายได้สูงถึง 256K ไบต์ การเพิ่มขยายหน่วยความจำวิดีโอก็เพื่อที่ให้มีการสร้างตัวอักขระเองได้ มีการจัดการแสดงจอภาพได้หลายหน้า และมีการแสดงภาพได้มากสีขึ้น ตำแหน่งแอดเดรสเริ่มต้นของหน่วยความจำวิดีโอสามารถจะเปลี่ยนแปลงได้โดยขึ้นกับการทำงานของการ์ดคือ ถ้าการ์ด EGA ทำการเลียนแบบการ์ด MDA ตำแหน่งแอดเดรสเริ่มต้นจะเป็น B0000H ถ้าทำการเลียนแบบการ์ด CGA ตำแหน่งแอดเดรสเริ่มต้นจะเป็น B8000H และถ้าการ์ด EGA ทำงานในโหมด Enhanced Graphic ของตัวเอง ตำแหน่งแอดเดรสเริ่มต้นของหน่วยความจำวิดีโอจะเป็น A0000H

การจัดเก็บข้อมูลในหน่วยความจำวิดีโอของโหมด Enhanced Graphic จะแตกต่างกับของการ์ด CGA ที่เป็นแบบแยกแถวคู่แถวคี่มาก ในโหมด Enhanced graphic ของ EGA จุดภาพของการแสดงจะเก็บเรียงตามลำดับเชิง

ตารางที่ 1 Enhanced Graphics Mode

โหมดรอมไบออส	ความละเอียด	จำนวนสี	ชนิดของจอ
0DH	320×200	16	สี, enhanced
0EH	640×200	16	สี, enhanced
0FH	640×350	Mono	โมโนโครม
10H	640×350	4	enhanced (EGA RAM = 64K)
10H	640×350	16	enhanced (EGA RAM > 64K)

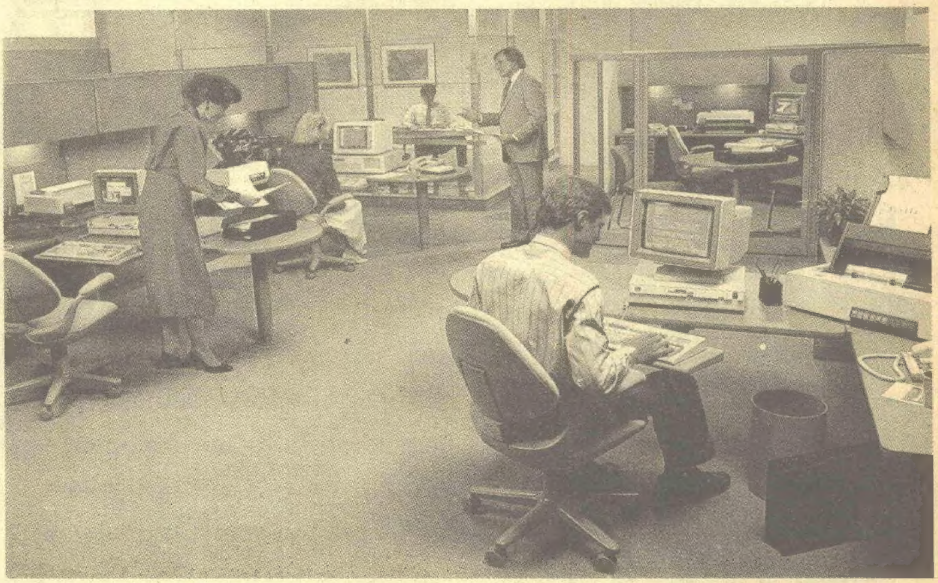
เส้น เริ่มจากแถวบนสุด จากซ้ายไปขวา แล้วเริ่มแถว 2 จากซ้ายไปขวา เช่นนี้เรื่อยไปจนถึงแถวสุดท้าย จุดภาพมุมซ้ายบนจุดแรกก็คือ บิตที่ 7 ของข้อมูลไบต์ตำแหน่ง A0000H ดังนั้นใน 1 แถวของจุดภาพ 640 จุด ต้องใช้เนื้อที่หน่วยความจำ 80 ไบต์ จุดภาพแรกของแถวที่สองก็คือ บิตที่ 7 ของไบต์ที่ตำแหน่ง A0050H ในหน่วยความจำวิดีโอของ EGA จะแบ่งออกเป็น 4 bit planes ที่ขนานกัน ตัวอย่างเช่น หน่วยความจำวิดีโอ 64K ไบต์ แบ่งได้เป็น bit plane ละ 16K ไบต์ โดยทั้ง 4 ชุด จะใช้ตำแหน่งแอดเดรสร่วมกัน (ตำแหน่งแรกของแต่ละ bit plane ก็คือ ตำแหน่ง A0000H เหมือนกัน) ใน EGA จะมีวงจรลอจิกมาดึงค่าในแต่ละ bit plane มารวมประกบเป็นค่าค่าหนึ่ง ซึ่งค่าที่ได้ก็แทนรหัสของสีของจุดภาพนั้นนั่นเอง

ลักษณะการจัดการ bit plane เพื่อมาแทนค่าของจุดภาพจะขึ้นกับขนาดหน่วยความจำวิดีโอที่มีอยู่และโหมดกราฟิกที่ใช้งาน ตัวอย่างเช่น การใช้หน่วยความจำวิดีโอ 64K ไบต์ มาแสดงกราฟิกความละเอียด 640 × 350 จุด ในโหมดวิดีโอ 10H กรณีนี้จอภาพหนึ่งจะมี 640 × 350 = 224,000 จุดภาพ แต่ละ bit plane จะใช้ $\frac{224,000}{8}$ = 28,000 ไบต์ (8 จุดภาพต่อไบต์) ซึ่งมากกว่าขนาด bit plane 16K ไบต์ที่กำหนดไว้เดิม วงจรลอจิก EGA จะจัดการเชื่อม bit plane เข้าด้วยกัน (plane 2 ต่อกับ plane 0 plane 3 ต่อกับ plane 1) ในลักษณะของการเชื่อม bit plane ทำให้แทนจำนวนสีของจุดภาพน้อยลง ถ้าหากต้องการให้ใช้งานได้จำนวนสีสูงขึ้นต้องมีการขยายหน่วยความจำวิดีโอขึ้น

เท่าที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดเป็นเทคโนโลยีวิดีโอของเครื่องไอบีเอ็มระดับ PC, XT และ AT ผู้สนใจอาจหาวารสารไมโครคอมพิวเตอร์ ฉบับที่ 29 มาอ่านประกอบได้ เพราะในฉบับนั้นจะพูดถึงรายละเอียดเกี่ยวกับเรื่องของมอนิเตอร์, การ์ดเฮอร์คิวลิส และการ์ด EGA ไว้

ระบบวิดีโอใหม่ใน IBM PS/2

การประกาศแนะนำเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลระบบใหม่ของไอบีเอ็มชื่อ Personal System/2 หรือเรียกย่อ ๆ ว่า PS/2 พร้อม ๆ กันทีเดียว 4 รุ่น ด้วยกันเมื่อต้นปีที่แล้วยังความแปลกใจ



ให้กับคนในวงการมากทีเดียว เพราะมีขนาดต่าง ๆ ให้เลือกมาก มีการเปลี่ยนแปลงระบบฮาร์ดแวร์หลายอย่าง ตั้งแต่โปรเซสเซอร์ใหม่ จอภาพใหม่ ระบบวิดีโอใหม่ เครื่องพิมพ์ใหม่ และระบบควบคุมการทำงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ถึงแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงไปมาก ก็ยังมีคนกล่าวกันว่าระบบวิดีโอใหม่ใน PS/2 เป็นการก้าวไปเพียงครึ่งขั้นเท่านั้นเอง เพราะหลายคนคาดหวังจะได้เห็นหลักการทางคอมพิวเตอร์กราฟิกในระบบวิดีโอใหม่ ข้อจำกัดความสามารถของระบบวิดีโอใหม่อาจเนื่องมาจากความพยายามที่จะให้เกิดการคอมแพตทิเบิ้ลกับระบบวิดีโอเดิมของการ์ด EGA ระบบวิดีโอใหม่จะให้ความละเอียดของภาพยิ่งขึ้น และข้อบกพร่องบางอย่างของการ์ด EGA ได้รับการแก้ไขใหม่

เครื่องไอบีเอ็มตระกูล PS/2 ได้มีการแนะนำระบบวิดีโอ 2 ระบบคือ Video Graphics Array (VGA) ในเครื่องรุ่น 50, 60 และ 80 และ Multicolor Graphics Array (MCGA) ในเครื่องรุ่น 30 ระบบวิดีโอใหม่นี้จะเป็นวงจรที่ประกอบรวมอยู่ในบอร์ดแม่ของระบบเรียบร้อยแล้วต่างกับระบบเดิมที่เป็นวงจรในการ์ด แล้วนำมาเสียบเพิ่มขยาย เพื่อเป็นการสนับสนุนให้ระบบ VGA ใหม่เป็นมาตรฐานที่ยอมรับกันในหมู่ผู้ใช้เครื่องไอบีเอ็มเดิม บริษัทไอบีเอ็มยังได้ออกการ์ดอะแดปเตอร์เรียก PS/2 Display Adapter ในลักษณะของ VGA มาใช้ต่อกับระบบบัสของเครื่องพีซีตระกูลเดิม และ PS/2 รุ่น 30 ได้ นอกจากนี้บริษัทไอบีเอ็มยังได้ออกการ์ดอะแดปเตอร์เรียก 8514/A Display Adapter มาเสียบต่อให้ระบบวิดีโอมีความละเอียดของจุดเพิ่มเป็น 1024 × 768 และถ้าเพิ่มหน่วยความจำวิดีโออีกก็

เพิ่มความละเอียดของภาพขึ้นเป็น 1024 × 1024 จุด

จอภาพของระบบวิดีโอใหม่

ระบบ MCGA และ VGA ต่างกับการ์ดวิดีโออะแดปเตอร์เก่าที่จะให้ภาพบนจอมอนิเตอร์แบบอะนาลอกแทนที่จะเป็นจอมอนิเตอร์แบบดิจิตอล สัญญาณสี RGB ที่ได้มาอะแดปเตอร์ของ CGA และ EGA เป็นสัญญาณดิจิตอล (เปิดหรือปิด) ดังนั้นจำนวนสีของระบบจึงถูกจำกัดด้วยจำนวนของสัญญาณ เช่น จอ enhanced ที่ส่งสัญญาณจากการ์ด EGA ด้วยสัญญาณ RGB 6 สาย จะให้สีต่าง ๆ ได้รวม $2^6 = 64$ สี ตรงกันข้ามกับจอมอนิเตอร์แบบอะนาลอก สัญญาณ RGB ที่ใช้จะเป็นระดับแรงดันไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง ซึ่งความเข้มของสีจะขึ้นกับระดับแรงดันไฟฟ้า ดังนั้นจอมอนิเตอร์อะนาลอกนี้จึงแสดงสีได้มากมาย

ไอบีเอ็มได้เสนอมอนิเตอร์สำหรับ PS/2 ไว้ 4 แบบด้วยกันคือ แบบ 8503, 8512, 8513 และแบบ 8514 ซึ่งทั้ง 4 แบบสามารถใช้กับ PS/2 รุ่นต่าง ๆ ได้ และสามารถแสดงภาพในโหมดของ VGA ความละเอียด 640 × 480 จุดได้ มอนิเตอร์เหล่านี้ใช้เทคโนโลยีอะนาลอกของระบบวิดีโอ มีสัญญาณของสี 18 สายโดยแยกเป็นสายชุด R, G และ B

ชุดละ 6 สาย สามารถให้เกิดสีรวมถึง 256,000 สี

มอนิเตอร์แบบ 8503 เป็นมอนิเตอร์แบบโมโนโครมขนาด 12 นิ้ว แสดงการระบายเงาได้สูงถึง 64 แบบ เหมาะสำหรับงานแสดงตัวอักขระและงานกราฟิกบ้างเล็กน้อย มอนิเตอร์แบบ 8512 และ 8513 เป็นมอนิเตอร์อะนาลอกระดับกลางแบบ 8512 ขนาด 14 นิ้ว ราคาถูกกว่า มีช่วงห่างระหว่างจุด 0.41 มม. แบบ 8513 ขนาด 12 นิ้ว ถึงแม้จะมีหน้าจอเล็กกว่า แต่จะให้ภาพได้ชัดคมกว่า เพราะมีช่วงห่างระหว่างจุด 0.28 มม.ที่ดีกว่า มอนิเตอร์แบบ 8514 เป็นมอนิเตอร์อะนาลอกที่ให้ความละเอียดของภาพสูง 1024 × 768 จุด ช่วงห่างระหว่างจุด 0.31 มม. จึงให้ภาพที่สวยงามคมชัดมาก (ดูตารางที่ 2)

มอนิเตอร์ปกติที่ใช้กับการ์ดอะแดปเตอร์วิดีโอเดิมจะนำมาใช้กับเครื่อง PS/2 ไม่ได้ ยกเว้นเฉพาะมอนิเตอร์ที่มีโหมดอะนาลอก เช่น NEC Multisync และ SONY Multiscan Monitor เมื่อเปลี่ยนสายเคเบิ้ลใหม่ก็นำมาใช้กับ PS/2 ได้ ขณะนี้ก็เริ่มมีบริษัทผลิตจอมอนิเตอร์ที่ใช้ร่วมกับ VGA แล้ว

การคอมแพตทิเบิ้ล

โปรแกรมที่เขียนให้ทำงานร่วมกับ CGA สามารถนำมาใช้งานร่วมกับ MCGA ได้ ถึงแม้ว่าโปรแกรมนั้นจะไม่เรียกผ่านวิดีโอไบออส แต่ควบคุมฮาร์ดแวร์โดยตรง และเพราะว่า PS/2 รุ่น 30 มีระบบบัสแบบเดียวกับเครื่องพีซี จึงทำให้สามารถนำการ์ด MDA หรือการ์ด Hercules มาเสียบทำงานร่วมกับ MCGA ใน PS/2 รุ่น 30 ได้ ทำนองเดียวกันโปรแกรมที่เขียนให้ทำงานร่วมกับ EGA ก็สามารถนำมาใช้งานร่วมกับ VGA เพราะระบบ VGA มีการคอมแพตทิเบิ้ลในระดับฮาร์ดแวร์สูงพอให้ทำงานร่วมกันได้

ในระหว่าง MCGA และ VGA ก็มีส่วนที่แตกต่างกัน การกำหนด I/O พอร์ต ใน MCGA และ VGA ก็แตกต่างกันมาก รวมทั้งการจัดวางหน่วย

ตารางที่ 2 จอมอนิเตอร์ของไอบีเอ็ม

แบบ	ขนาด (นิ้ว)	ความละเอียดของหมวดข้อความ	ความละเอียดของหมวดกราฟิก	การเลือกสี
8503 โมโนโครม	12	720×400	640×480	64 gray shades
8512 สี	14	720×400	640×480	256 สีจากจำนวน 256,000 สี
8513 สี	12	720×400	640×480	256 สีจากจำนวน 256,000 สี
8514 สี	16	1024×768	1024×768	256 สีจากจำนวน 256,000 สี

ตารางที่ 3 MCGA memory-controller registers
(registers 00H ถึง 0FH จะเหมือนกับตัวควบคุมจอภาพใน CGA)

Register เลขที่	ฟังก์ชัน
0	Horizontal total
1	Horizontal displayed
2	Start horizontal Sync
3	Sync pulse width
4	Vertical total
5	Vertical total adjust
6	Vertical displayed
7	Start Vertical Sync
8	(Reserved)
9	Scan lines per character
0A	Cursor Start
0B	Cursor end
0C	Start address high
0D	Start address low
0E	Cursor location high
0F	Cursor location low
10	Mode Control
11	Interrupt control
12	Character-generator, Sync polarity
13	Character-generator pointer
14	Character-generator count

ความจำวิดีโอใน 2 ระบบนี้ก็แตกต่างกัน ดังนั้นโปรแกรมที่เขียนโดยไม่ผ่านวิดีโอไบออสไปควบคุมฮาร์ดแวร์โดยตรงจึงไม่สามารถรันบนทั้ง MCGA และ VGA ได้จนกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบางส่วนเสียก่อน

Multi-Color Graphics Array (MCGA)

วงจรหลักของ MCGA ประกอบด้วย เกตอะเรย์ 2 ตัวภายในบอร์ดของระบบ ตัวแรกเรียกว่า memory controller ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมจอภาพ และตัวที่สองเรียกว่า video formatter ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมการเลือกโหมดของวิดีโอ การกำหนดและเลือกสี

เราสามารถโปรแกรม memory controller ผ่านทางรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต ต่าง ๆ (ตารางที่ 3) โดยขั้นแรกจะต้องบอกหมายเลขรีจิสเตอร์ผ่าน I/O พอร์ตเลข 3D4H และข้อมูลที่จะไปเก็บหรือนำมาจากรีจิสเตอร์นั้นจะผ่านทาง I/O พอร์ตเลข 3D5H รีจิสเตอร์หมายเลข 0 ถึง F รวม 16 ตัว ของ memory controller จะเหมือนกับรีจิสเตอร์ของชิพโมโตโรลา 6845 ที่ใช้ในการ์ด CGA ดังนั้นโปรแกรมที่เขียนใช้งานกับ CGA ที่มีการเรียกรีจิสเตอร์เหล่านี้ จึงสามารถรันบน MCGA ได้ แต่เนื่องจากพารามิเตอร์ของจอภาพที่ใช้ใน MCGA กับการ์ด CGA จะแตกต่างกัน ดังนั้นค่าของรีจิสเตอร์ 0 ถึง 7 ของ memory controller จะต้องมีการป้องกันการแก้ไข ซึ่งเราสามารถสั่งไปที่บิตที่ 7 ของรีจิสเตอร์ของการควบคุมโหมด (รีจิสเตอร์ 10h) ที่เป็นบิตใช้ควบคุมการป้องกันการเปลี่ยนค่าของรีจิสเตอร์ 0 ถึง 7 ส่วนรีจิสเตอร์ของ memory controller ที่เหลือซึ่งไม่มีในการ์ด CGA จะเป็นการควบคุมการเลือกโหมดวิดีโอและการสร้างชุดตัวอักขระขึ้นเอง

เกตอะเรย์ตัวที่สองที่เรียก video formatter จะประกอบด้วยรีจิสเตอร์ควบคุมโหมด (I/O พอร์ต 3D8H) เพื่อควบคุมการเลือกโหมดวิดีโอ รีจิสเตอร์ควบคุมการเลือกสี (I/O พอร์ต 3D9H) เพื่อการเลือกกลุ่มสีและการเลือกสีแบคกราวนด์ของโหมดกราฟิก และรีจิสเตอร์สถานภาพ (I/O พอร์ต 3DAH) ซึ่งจะบอกสถานะของสัญญาณเวลาแนวราบและแนวดิ่งของจอภาพ เกตอะเรย์ส่วนนี้จะคอมแพตทิเบิ้ลกับของในการ์ด CGA

นอกเหนือจากโหมดวิดีโอของการ์ด CGA จากโหมด 0 ถึงโหมด 6 ที่ MCGA สามารถใช้งานเลียนแบบแล้ว MCGA สามารถทำงานในโหมดกราฟิก 11H เลือก 2 สีของความละเอียดภาพ 640 × 480 จุด และในโหมดกราฟิก 13H เลือก 256 สีของความละเอียดภาพ 320 × 200 จุด

ลักษณะเด่นใหม่ของ MCGA

ลักษณะเด่นของ MCGA เกี่ยวกับการแสดงภาพที่ดีเด่นกว่าเดิมคือความละเอียดในแนวดิ่งของหมวดข้อความและหมวดกราฟิกจะสูงกว่าการ์ดอะแดปเตอร์เดิม (ดูตารางที่ 4) โดยจะมีถึง 400 เส้นสแกนมากกว่าของการ์ด CGA เท่าตัว และมากกว่าการ์ด EGA ที่เป็น 350 เส้นสแกน ในกรณีของตัวอักขระ 25 บรรทัดตัวอักขระตัวหนึ่งในแต่ละบรรทัดจะมีถึง 16 เส้นสแกน ซึ่งทำให้การแสดงตัวอักขระคมชัดและสวยงามมาก เมื่อ MCGA เลียนแบบหมวดกราฟิกของการ์ด CGA (โหมด 4, 5 ของความละเอียด 320 × 200 โหมด 6 ของความละเอียด 640 × 200)

ตารางที่ 4 โหมดวิดีโอไบออสใหม่ใน MCGA และ VGA

หมายเลขโหมด	ประเภท	ขนาดจอ (ความละเอียด)	จำนวนสี	ระบบ
0	ข้อความ	40x25 (320x400)	16	MCGA
0	ข้อความ	40x25 (360x400)	16	VGA
2	ข้อความ	80x25 (640x400)	16	MCGA
2	ข้อความ	80x25 (720x400)	16	VGA
11H	กราฟิก	640x480	2	MCGA, VGA
12H	กราฟิก	640x480	16	VGA
13H	กราฟิก	320x200	256	MCGA, VGA

10H จะมีฟังก์ชันใหม่สำหรับ MCGA และ VGA เพิ่มขึ้นอีกมากดังในตารางที่ 5

หมวดข้อความและหมวดกราฟิกของ MCGA

ถึงแม้ว่า MCGA จะปรับปรุงความละเอียดของภาพได้สูงขึ้น การโปรแกรมในหมวดข้อความก็เหมือนที่พบในการ์ด CGA จะแตกต่างกันก็ขนาดของจุดในแนวดิ่งจะเด่นชัดขึ้น เพราะมีการสแกนเส้น 2 ครั้ง (ของการสแกน 400 เส้น)

ลักษณะเด่นอีกประการของทั้ง MCGA และ VGA คือเราสามารถขยายจำนวนสีที่แสดงได้มาก เพราะภายในระบบวิดีโอใหม่นี้จะมีวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอะนาลอก (DAC) เพื่อส่งต่อไปยังมอนิเตอร์อะนาลอก ภายใน DAC จะมีรีจิสเตอร์ขนาด 18 บิต 256 ตัว ซึ่งขนาด 18 บิตนี้มาจากสีพื้นฐาน 3 สีของแดง, เขียว, น้ำเงิน สีละ 6 บิต วงจร DAC จะแปลงสีพื้นฐาน 6 บิต เป็นระดับแรงดันไฟฟ้าได้ความเข้มของสีเป็น 64 สี และเมื่อรวมสีพื้นฐานเข้ามาก็จะได้จำนวนสีรวม 64^3 = 256K สี แต่เพราะมีรีจิสเตอร์ 256 ตัวจึงมีสีได้ 256 สีจากจำนวนให้เลือก 256K สี

วิดีโอไบออส

วิดีโอไบออสของเครื่อง PS/2 จะใช้เหมือนในรอม-ไบออสของเครื่องพีซี ที่เรียกด้วย INT 10H และส่งพารามิเตอร์ไปยังรูทีนไบออสผ่านทางรีจิสเตอร์ของ CPU ในอินเตอร์รัพต์

ตารางที่ 5 ฟังก์ชันใหม่ของ INT 10H ที่เพิ่มเข้ามาสำหรับการ์ด MCGA และ VGA

Function 10H: Color-palette interface

AL=3:	Toggle alphanumeric intensity/blink state
AL=7:	Read individual palette register (VGA only)
AL=8:	Read overscan (border color) register (VGA only)
AL=9:	Read all palette registers and overscan register (VGA only)
AL=10h:	Set individual video DAC color register
AL=12h:	Set block of video DAC color registers
AL=13h:	Select Video DAC color page (VGA only)
AL=15h:	Read individual video DAC color register
AL=17h:	Read block of video DAC color registers
AL=1Ah:	Read video DAC color-page state (VGA only)
AL=1Bh:	Perform gray-scale summing

Function 11H: Character-generator interface

AL=4:	Load 8 by 16 alphanumeric characters
AL=14h:	Set alphanumeric mode using 8 by 16 characters
AL=24h:	Load 8 by 16 graphics characters

Function 12H: Alternate select

BL=30h:	Select vertical resolution for alphanumeric modes (VGA only)
BL=31h:	Enable/disable default palette loading
BL=32h:	Enable/disable video addressing
BL=33h:	Enable/disable default gray-scale summing
BL=34h:	Enable/disable alphanumeric cursor emulation (VGA only)
BL=35h:	Display-switch interface

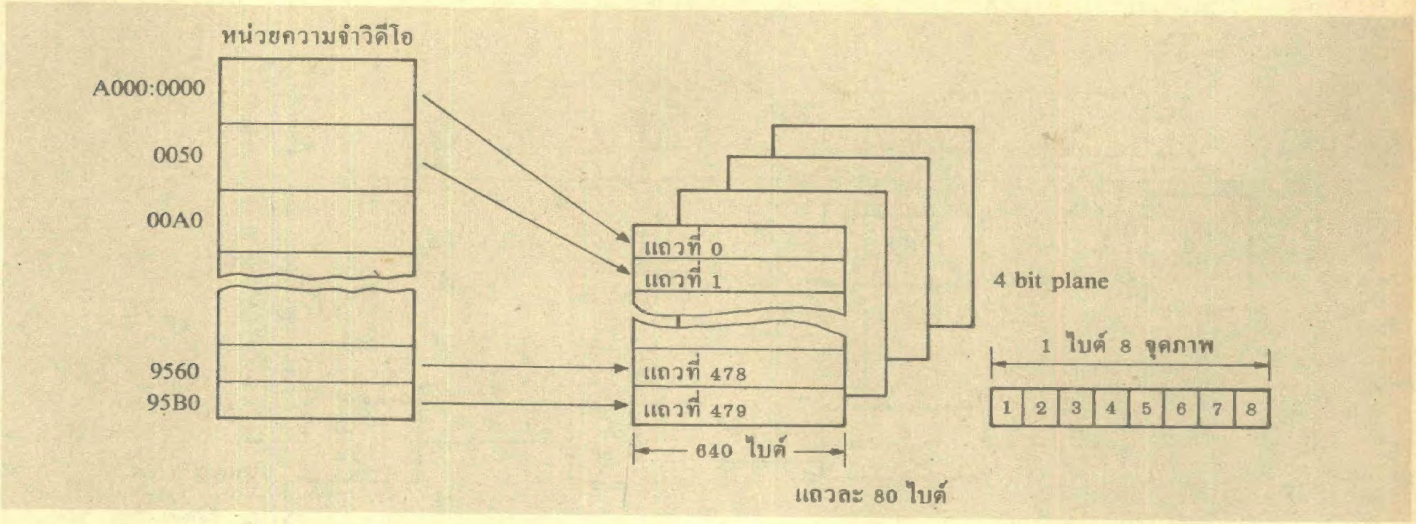
Function 1AH: Display combination code

AL=0:	Read display combination code
AL=1:	Write display combination code

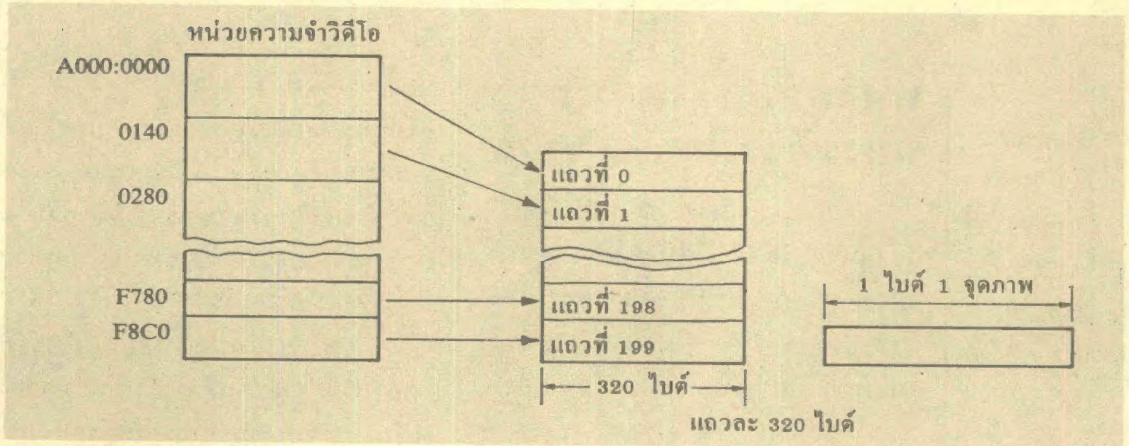
Function 1BH: Functionality/state information

Function 1CH: Save/restore video state (VGA only)

AL=0:	Return state buffer size
AL=1:	Save video state
AL=2:	Restore video state



รูปที่ 3 ▲
ลักษณะการจัดเก็บข้อมูลจอภาพในโหมด 11h และ 12h



◀
รูปที่ 4
ลักษณะการจัดเก็บข้อมูลจอภาพในโหมด 13h

เพียงว่าคาแรกเตอร์เยนของ MCGA สามารถแสดงชุดตัวอักขระที่ผู้ใช้กำหนดได้ ซึ่งตารางของชุดตัวอักขระ 256 ตัว จำนวน 4 ชุด จะจัดเก็บในหน่วยความจำวิดีโอ แต่จะมีเพียง 2 ชุด ที่จะพร้อมให้เลือกในชั่วเวลาหนึ่งเหมือนในกรณีของ VGA และการ์ด EGA

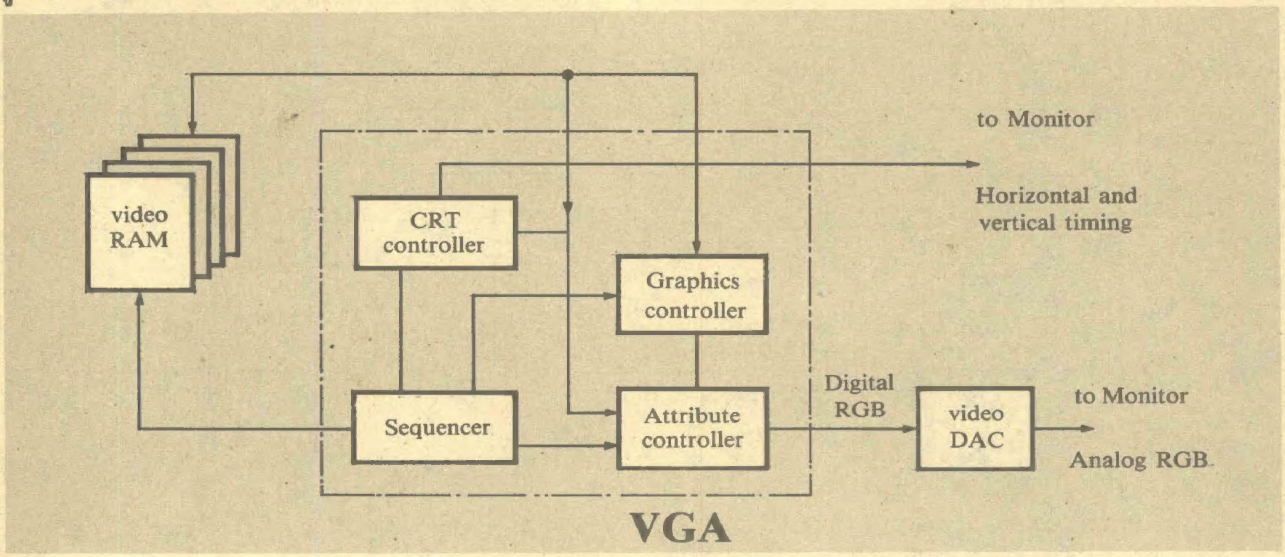
ในหมวดกราฟิกของโหมด 4, 5, 6 ที่เป็น CGA คอมแพตทิเบิ้ล MCGA จะเลียนแบบการ์ด CGA โดยกำหนดตำแหน่งแอดเดรสเริ่มต้นที่ B8000H แยกเป็น 2 ส่วน แต่สำหรับโหมด 11H และ 13H ตำแหน่งแอดเดรสเริ่มต้นจะอยู่ที่ตำแหน่ง A0000 การจัดเก็บข้อมูลจุดภาพของโหมด 11H จะเป็นแบบเชิงเส้นเรียงตามลำดับจากซ้ายไปขวา และจากแถวบนไปหาแถวล่าง เช่นเดียวกับในโหมด enhanced graphics (ดูรูปที่ 3) แต่การจัดเก็บข้อมูลจุดภาพของโหมด 13H ของความละเอียดภาพ 320×200 จำนวน 256 สี ใน 1 ไบต์จะเก็บ 1 จุดภาพเท่านั้น เพราะฉะนั้นใน 1 แถวของจุดภาพ (320 จุด) ต้องใช้ถึง 320 ไบต์ การเรียงหน่วยความจำวิดีโอของโหมด 13H จะเป็นตามรูปที่ 4

Video Graphics Array (VGA)

ระบบวิดีโอบน IBM PS/2 รุ่น 50, 60, 80 จะประกอบด้วย VGA, DAC และตัวเชื่อมต่อวิดีโอภายนอก ทั้งนี้เพื่อให้อะแดปเตอร์ภายนอกสามารถต่อเข้ากับ DAC แทนที่ช่องทางของ VGA ได้ ซึ่งทั้งหมดนี้จะรวมอยู่ภายในบอร์ดของระบบเรียบร้อย ภายใน VGA เองจะประกอบด้วย VLSI เกตอะเรย์ที่จะทำงานคล้ายกับส่วนประกอบของ EGA ส่วนสำคัญ (ดังรูปที่ 5) จะประกอบด้วย CRT Controller (CRTC) Graphics-Data Controller (GDC) Sequencer และ Attribute Controller (ATC)

CRT Controller เป็นส่วนที่ขยายมาจากของ EGA แต่มีสัญญาณเวลาในแนวดิ่งและแนวราบที่ต่างกันมีจำนวนจุดแนวดิ่งมากขึ้นเช่นเดียวกับที่พบใน MCGA เราจะติดต่อไปยังรีจิสเตอร์ต่าง ๆ ภายในด้วยการบอกหมายเลขรีจิสเตอร์ผ่าน I/O พอร์ต 3D4H แล้วอ่านหรือเขียนค่าไปยังรีจิสเตอร์นั้นผ่าน

รูปที่ 5 ส่วนประกอบภายในของ VGA ชิพ



I/O พอร์ต 3D5H ใน CRT Controller จะมีรีจิสเตอร์ 25 ตัว Sequencer มี 5 รีจิสเตอร์ติดต่อด้วย I/O พอร์ต 3C4H, 3C5H Graphic Controller มี 9 รีจิสเตอร์ผ่าน I/O พอร์ต 3CEH, 3CFH และกลุ่ม attribute Controller มี 21 รีจิสเตอร์ ติดต่อผ่าน I/O พอร์ต 3C0H และ 3C1H

CRTC จะทำหน้าที่ควบคุมจำนวนอักขระต่อบรรทัด จำนวนบรรทัดต่อจอ จำนวนเส้นสแกนบนจอ และตำแหน่งของเคอร์เซอร์ ส่วน GDC จะทำหน้าที่ควบคุมการส่งผ่านข้อมูลระหว่างหน่วยความจำวิดีโอกับ CPU ขณะเดียวกันจะช่วยจัดการจุดภาพของ bit plane 4 ชุดขนานกัน และให้ 4 ชุดทำงานได้พร้อม ๆ กัน Sequencer จะควบคุมการใช้หน่วยความจำวิดีโอและการใช้ fonts ใน VGA สามารถเก็บแบบ font ของตัวอักขระถึง 8 ชุด เมื่อเทียบกับ EGA ที่มีได้ 4 ชุด แต่เวลานำไปแสดงจะใช้ได้เพียง 2 ชุด เช่นเดียวกันกับ EGA Attribute Controller จะช่วยควบคุมการกำหนดสีให้กับจุดภาพ ซึ่งหน่วยนี้จะทำหน้าที่แปลไบต์แอตทริบิวต์ของหมวดข้อความด้วย

หมวดข้อความและหมวดกราฟิกของ VGA

VGA สามารถใช้งานกับโหมดวิดีโอของ EGA ได้ทั้งหมด รวมทั้งโหมดกราฟิก 2 สีของความละเอียดภาพ 640×480 จุด (โหมด 11H) และโหมดกราฟิก 256 สีของความละเอียดภาพ 320×200 จุด (โหมด 13H) ที่พบใน MCGA นอกจากนี้จะมีโหมดกราฟิกแยกพิเศษมีเฉพาะใน VGA คือ โหมดกราฟิก 16 สีของความละเอียดภาพ 640×480 จุด (โหมด 12H)

ในหมวดข้อความ จำนวนจุดตามแนวดิ่งของ VGA มีความละเอียดถึง 400 จุดเช่นเดียวกับ MCGA แต่ใน VGA นี้เราสามารถแก้ไข CRT Controller ให้แสดงตัวอักขระในแบบความละเอียดแนวดิ่งของ 200 จุด และ 350 จุดเหมือนในการ์ด CGA และ EGA ได้ ซึ่งกรณีนี้จำนวนบรรทัดจะสูงมากกว่า 25 บรรทัดเมื่อขนาดตัวอักขระเล็กลงเป็น 8×8 จุด

การใช้งานภาษาไทยบนเครื่องรุ่นใหม่ IBM PS/2 จะทำได้ง่ายกว่าเครื่องพีซีมาก เพราะความละเอียดในแนวดิ่งของ MCGA และ VGA สูงขึ้นมาก เราสามารถจัดระบบภาษาไทย 25 บรรทัดได้อย่างสวยงาม ขณะเดียวกันเรายังสามารถกำหนด font หรือรูปแบบตัวอักขระภาษาไทยได้ ซึ่งวิธีการจะเป็นเรื่องของซอฟต์แวร์ของการเขียนโปรแกรมระบบ

ในตารางที่ 6 จะเป็นการสรุปโหมดต่าง ๆ ของวิดีโอไบออสที่ใช้เรียกด้วยอินเตอร์รัพต์ 10H และฟังก์ชัน 0H เพื่อให้เปรียบเทียบความสามารถของการ์ดและระบบวิดีโอที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ ตลอดมา

สรุป

ในบทความนี้เป็นการนำเสนอเทคโนโลยีของระบบวิดีโอของการ์ด

ตารางที่ 6 แสดงโหมดต่างๆของวิดีโอไบออส (INT 10H, Function 0)

โหมด	ประเภท	จำนวนสี	รูปแบบอักขระบนจอ	ตำแหน่งเริ่มของบัฟเฟอร์	ความละเอียดของการแสดงภาพ	ขนาดเต็มของตัวอักขระ	จำนวนหน้าสูงสุด	การ์ดหรือระบบ (ตัวเข้มหมายถึงการคอมแพตทิเบิ้ล)
0,1	ข้อความ	16	40×25	B8000	320×200	8×8	8	CGA, **EGA จอสี, VGA**
					320×350	8×14	8	**EGA จอ Enhanced, VGA**
					320×400	8×16	8	MCGA
					360×400	9×16	8	VGA
2,3	ข้อความ	16	80×25	B8000	640×200	8×8	4	CGA
					640×200	8×8	8	**EGA จอสี, VGA**
					640×350	8×14	8	**EGA จอ Enhanced, VGA**
					640×400	8×16	8	MCGA
					720×400	9×16	8	VGA
4,5	กราฟิก	4	40×25	B8000	320×200	8×8	1	CGA, **EGA จอสี, VGA**
6	กราฟิก	2	80×25	B8000	640×200	8×8	1	CGA, **EGA จอสี, VGA**
7	ข้อความ	Mono	80×25	B0000	720×350	9×14	1	MDA
					720×350	9×14	8	**EGA จอ mono, VGA**
					720×400	9×16	8	VGA
8	กราฟิก	16	20×25	B8000	160×200	8×8	1	ใช้กับ IBM PCjr ไม่มีใน IBM PS/2
9	กราฟิก	16	40×25	B8000	320×200	8×8	1	
A	กราฟิก	4	80×25	B8000	640×200	8×8	1	
B C	(Reserved ไว้ใช้งานภายในสำหรับการโหลด font)							
D	กราฟิก	16	40×25	A0000	320×200	8×8	8	EGA, VGA
E	กราฟิก	16	80×25	A0000	640×200	8×8	4	EGA, VGA
F	กราฟิก	Mono	80×25	A0000	640×350	8×14	2	EGA, VGA
10H	กราฟิก	4/16	80×25	A0000	640×350	8×14	2	EGA, VGA
11H	กราฟิก	2	80×30	A0000	640×480	8×16	1	MCGA, VGA
12H	กราฟิก	16	80×30	A0000	640×480	8×16	1	VGA
13H	กราฟิก	256	40×25	A0000	320×200	8×8	1	MCGA, VGA

MDA, CGA, EGA จนถึงระบบที่ใช้ในเครื่อง IBM PS/2 ของ MCGA และ VGA ซึ่งเป็นเพียงบางแง่มุมเท่านั้น รายละเอียดในทางลึกรวมถึงการเขียนโปรแกรมใช้งานยังจะต้องกล่าวถึงต่อไปอีกมาก แต่ถึงอย่างไรก็พอจะสรุปได้ว่าระบบวิดีโอของ MCGA และ VGA จะเป็นมาตรฐานของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในอนาคตต่อไปแน่นอน เพราะนอกจากทั้ง 2 ระบบนี้จะให้จำนวนสีและความละเอียดของภาพมากขึ้น ระบบ MCGA ก็มีการเลียนแบบการ์ด CGA ทั้งในด้านการทำงานและในด้านการโปรแกรม ทำนองเดียวกันกับระบบ VGA ที่คอมแพตทิเบิ้ลกับการ์ด EGA โปรแกรมที่มีอยู่บนเครื่องรุ่นเก่าก็สามารถมาใช้งานบนเครื่องตระกูลใหม่นี้ได้

เทคโนโลยีวิดีโอของ VGA ได้ขยายเพิ่มสูงขึ้นกว่าการ์ด EGA มาระดับหนึ่งแล้ว แต่ยังไม่เป็นที่สบอารมณ์ของผู้สันทัดทั้งหลาย ทั้งในด้านของความเร็วและความละเอียดของภาพ จึงเป็นที่แน่นอนว่าจะมีบริษัทต่าง ๆ ผลิตการ์ดอะแดปเตอร์ของ VGA คอมแพตทิเบิ้ลที่มีคุณลักษณะสูงกว่าระบบเดิมของไอบีเอ็มออกวางขาย โดยสามารถเพิ่มขยายกับเครื่องพีซีหรือเอทีหรือ PS/2 ขณะนี้ก็เริ่มมีขายแล้วจริงๆ